

Bioforsk Rapport

Bioforsk Rapport

Vol. 6 Nr 21 2011

Bruk av ulike organiske gjødseltyper i økologisk grasfrøavl: Virkning på N-opptak, skuddutvikling og tørrstoffavling hos engsvingel (screeningforsøk)

Lars T. Havstad og Anne A. Steensohn
Bioforsk Øst Landvik



www.bioforsk.no



Tittel/Title:

Bruk av ulike organiske gjødseltyper i økologisk grasfrøavl: Virkning på N-opptak, skuddutvikling og tørrstoffavling hos engsvingel (screeningforsøk)

Forfatter(e)/Author(s):

Lars T. Havstad og Anne A. Steensohn

<i>Dato/Date:</i> 30. januar 2011	<i>Tilgjengelighet/Availability:</i> Åpen	<i>Prosjekt nr./Project No.:</i> 1910115	<i>Saksnr./Archive No.:</i>
<i>Rapport nr./Report No.:</i> Vol. 6 nr. 21 2011	<i>ISBN-nr./ISBN-no:</i> 978-82-17-00758-6	<i>Antall sider/Number of pages:</i> 23	<i>Antall vedlegg/Number of appendices:</i> Ingen

<i>Oppdragsgiver/Employer:</i>	<i>Kontaktperson/Contact person:</i>
--------------------------------	--------------------------------------

Stikkord/Keywords:

Engsvingel, frøavl, nitrogen, organisk gjødsel, økologisk.

Fagområde/Field of work:

Korn, oljevekster og frøproduksjon

Sammendrag: I perioden mai - august 2010 ble det utført et potteforsøk i veksthus under naturlige lysforhold på Bioforsk Landvik, Grimstad. Tolv organiske gjødseltyper ble sammenlignet med mineralgjødsel (Opti KAS 27-0-0) og et ugjødsla kontrollledd. Gjødsla (4 kg N/daa) ble tilført når engsvingelplantene hadde 2-3 vegetative skudd, og virkningen på skuddutvikling, tørrstoffproduksjon og N-opptak ble registrert en, tre, seks og ti uker etter gjødsling. Pottene ble vannet tre ganger i uka, enten til feltkapasitet (ledd A) eller med dobbelt så mye vann som i ledd A, (overskuddsvanning) gjennom hele forsøksperioden. De organiske gjødseltypene som ble prøvd ut var enten i fast form (gjødsel i pulver/gryn-form eller med pellets-struktur basert på kjøttbeinmel eller hønse/kyllinggjødsel i fra Norsk Protein AS, Norsk Naturgjødsel AS, Grønn gjødsel AS og Binadan AS) eller i flytende form (Biorest fra Indre Agder og Telemark Avfallsselskap, flytende organisk gjødsel fra Vadheim Groplex og blautgjødsel av gris og storfe).

Alt i alt kom den ammoniumrike flytende Biorest-gjødsla best ut både med tanke på raskt N-opptak, skuddutvikling og høye tørrstoffavlinger hos engsvingelplantene. Den raske gjødselvirkingen, som var fullt på høyde eller bedre enn virkningen av mineralgjødsla, gjør Biorest svært aktuell som gjødsel i økologisk grasfrøavl. De andre organiske gjødseltypene kom i en mellomstilling mellom ugjødsla kontroll og mineralgjødsel eller Biorest med tanke på både skuddproduksjon, N-opptak og tørrstoff-avling. Av de resterende gjødselslaga skilte blautgjødsel seg positivt ut, storfegjødsel som gav flere skudd og høyere TS-avling enn svinegjødsel. I tillegg til Biorest og blautgjødsel av storfe ble kjøttbeinmel (pelletsform), Bina-Grønn 11-1-3 og ei økologisk hønsegjødsel fra 'Grønn gjødsel AS valgt ut til å være med i videre utprøving i feltforsøk med gjødsling til økologisk frøeng av timotei og engsvingel.

Overskuddsvanning hadde en positiv virkning på skuddutvikling og TS-produksjon, noe som kan ha sammenheng med at økt fuktighet gav gunstigere forhold for nedbrytning / mineralisering av organisk N sammenlignet med pottene som ble vannet til feltkapasitet.

Godkjent / Approved

Prosjektleder / Project leader

Trygve S. Aamlid
(Forskningsleder)

Lars T. Havstad

Forord

For å sikre tilgangen på økologisk produsert engfrø av timotei, engsvingel og rødkløver ble et nytt fireårig frøavlsprosjekt satt i gang i 2010. Prosjektet, som har tittelen 'Sikker forsyning av norsk økologisk engfrø', er et 'kompetanseprosjekt med brukermedvirkning' (KMB). Finansieringskilder er 'Fondet for forskningsavgift på landbruksprodukter' (FFL) / "Forskningsmidler over jordbruksavtalen' (JA) (matfondavtalen) og brukerne Felleskjøpet Agri, Felleskjøpet Rogaland Agder, Strand Unikorn og Norsk frøavlerlag.

I prosjektet er det lagt opp til å se nærmere på optimal næringsforsyning, en av hovedutfordringene i den økologiske grasfrøavlen. I den forbindelse ble det våren og sommeren 2010 utført et potteforsøk (screening) med engsvingel ved Bioforsk Landvik, Grimstad, hvor tolv organiske gjødseltyper ble nærmere undersøkt. Målet var å velge ut fem av de mest lovende gjødseltypene, spesielt med tanke på frigiving av N fra gjødsla og N-opptak hos plantene, til videre testing i praktiske feltforsøk i økologisk frøeng av timotei og engsvingel.

En stor takk til produsenter /forhandlere (Norsk Protein AS, Binadan AS, Norsk Naturgjødsel, Grønn gjødsel AS, Vadheim Groplex import AS, Indre Agder og Telemark Avfallsselskap, Nils Terkelsen og Kristen Udjus) som alle velvillig stilte gjødsel til disposisjon for forsøket.

Landvik, 30. januar 2011

Lars T. Havstad

Innholdsfortegnelse

1. Innledning	5
2. Materiale og metoder	6
2.1 Organiske gjødseltyper brukt i forsøkene	6
2.2 Gjennomføring av screeningforsøket	8
2.2.1 Jord, såing og oppal	8
2.2.2 N-gjødsling og vanningsregimer (forsøksplan)	9
2.2.3 Registreringer og uttak til analyse	10
2.3 Statistiske analyser	10
3. Resultater og diskusjon	12
3.1 Skuddutvikling	12
3.2 Tørrstoffproduksjon i skudd og rot	13
3.4 Klorofyllmålinger	15
3.5 Status for N-opptak og N-mineralisering tre uker etter gjødsling	16
3.5.1 N-konsentrasjon i skudd og røtter	16
3.5.2 N-opptak i blad/skudd og røtter	18
3.5.3 N-mineralisering	18
3.6 Valg av gjødseltyper for videre testing i feltforsøk	18
3.6.1 Priser på organiske gjødselslag	18
3.6.2 Vurdering av de ulike organiske gjødselslag	19
4. Konklusjon / oppsummering	21
5. Etterord	22
6. Litteratur:	23

1. Innledning

En av hovedutfordringene innen grasfrøavl er å tilføre plantene tilstrekkelig med nitrogen til riktig tid. Normalt vil optimal N-mengde og gjødslingstidspunkt være mer kritisk ved frø- enn ved fôrdyrking av samme grasart. Ved frøavl av de fleste grasartene må nitrogenet være tilgjengelig allerede ved tidlig vekststart om våren. For timotei, kan avlingen bli ytterligere maksimert ved å tilføre ekstra nitrogen ved begynnende strekningsvekst i midten av mai (Havstad & Aamlid 2006). For mye nitrogen, eller nitrogen tilført til feil tid, vil som oftest føre til legde og økt vegetativ vekst, mens riktig mengde til riktig tid vil stimulere den reproduktive utviklinga.

I de fleste grasartene som frøavles i Norge er det bare skudd som er primærindusert ved korte dager og/eller lave temperaturer om høsten/vinteren året før frøhøsting som vil bli frøbærende. Høstgjødsling med riktig mengde og til riktig tid, for å stimulere skuddutviklingen om høsten, er derfor på samme måte som om våren avgjørende for maksimale frøavlinger.

Mange av de organiske gjødseltypene som brukes i den økologiske frøavlens frigrir næringsstoffene sakte og er av den grunn lite egnet til bruk i frøproduksjonen. Særlig om høsten i såingsåret, når skuddantallet vanligvis er lavt, er det avgjørende at nitrogenet fra den organiske gjødsla frigjøres raskt slik at plantene hurtig kan få nyttiggjort seg av næringen til å danne mange og kraftige skudd. Spesielt i engsvingel er det viktig med rask og tidlig skuddproduksjon, siden denne arten krever en lang primærinduksjons-periode om høsten for å gi maksimale frøavlinger året etter (Heide 1994).

Organisk gjødsel som skal brukes i økologisk landbruk må overholde kvalitetsklasse 0, dvs. den strengeste klassen for tungmetaller. For gjødsel som ikke har økologisk utgangspunkt må gårdbrukeren søke Debio om lov til å bruke produktet og samtidig dokumentere behovet for å bruke næringsstoffer som ikke kommer fra gården.

Hensikten med forsøket var å se nærmere på tolv ulike organiske gjødseltyper i kvalitetsklasse 0 som er aktuelle i den økologiske engfrøavlens, spesielt med tanke på frigiving av N fra gjødsla og N-opptak hos planter av engsvingel. Ved vurdering av de ulike gjødseltypene ble det også lagt vekt på andre forhold som kan ha betydning for den praktiske frøavlens (spredeegenskaper, transport, tilgjengelighet, pris etc.).

2. Materiale og metoder

2.1 Organiske gjødseltyper brukt i forsøkene

De tolv organiske gjødseltypene (ledd 3-14, tabell 1) hadde ulikt kjemisk innhold (tabell 1), konsistens og opprinnelse (tabell 2). Åtte av gjødseltypene var i fast form, enten pulver eller pellets (ledd 3- 10), mens de resterende fire gjødseltypene var i flytende form (ledd 11-14).

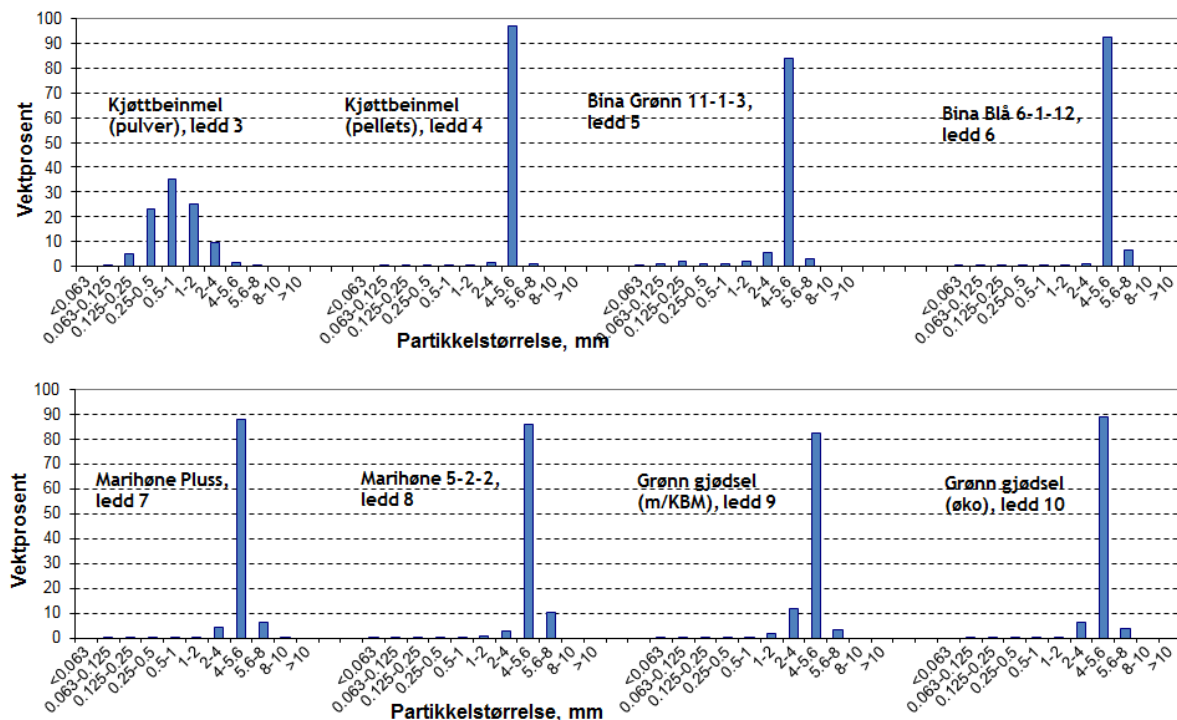
En kornfordelingsanalyse av de faste gjødseltypene viste at de fleste partiklene (83 %) til kjøttbeinmel-pulveret (ledd 3) var jevnt fordelt innenfor intervallet 0,25- 2 mm, mens mellom 82 % og 97 % av partiklene hos pellets-gjødseltypene hadde en diameter på 4-5,6 mm (figur 1). Utseende til de faste gjødseltypene er vist i bildene 1a-d og 2a-d.

Tabell 1. Kjemisk analyse av de organiske gjødseltypene.

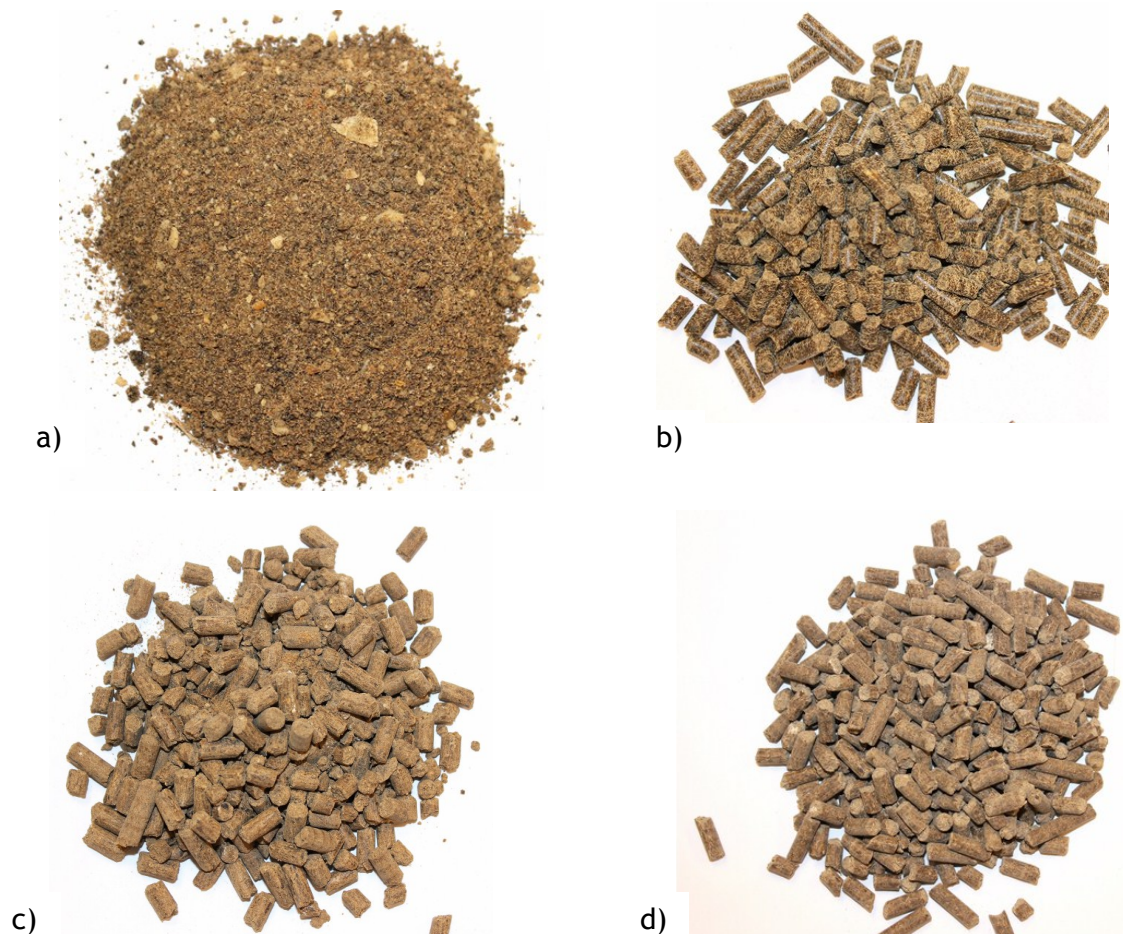
Ledd / gjødseltype	% TS	Tot-N g/100 g ts	NH ₄ -N g/100 g ts	P mg/100 g ts	K g/100 g ts
3. Kjøttbeinmel, KBM (pulver)	97	9.5	0.1	3.2	0.4
4. Kjøttbeinmel, KBM (pelletert)	99	8.3	0.2	4.5	0.4
5. Bina-Grønn N-P-K 11-1-3	94	12.0	0.3	0.3	2.4
6. Bina-Blå N-P-K 6-1-12	94	6.6	0.3	0.4	10.4
7. Marihøne-pluss 8-4-5 (m/KBM)	96	11.2	0.1	2.7	6.2
8. Marihøne 5-2-2	89	5.3	0.5	0.6	3.0
9. Grønn gjødsel (hønsegj. m/KBM)	94	6.7	0.2	3.8	1.0
10. Grønn gjødsel (hønsegj. - øko)	88	6.6	0.4	3.3	1.1
11. Blautgjødsel, storfe	3	7.7	4.7	0.3	12.0
12. Blautgjødsel, gris	8	3.5	1.3	0.9	1.2
13. Flytende org. gjødsel (Vadheim)	61	4.0	0.1	0.3	4.6
14. Biorest, IATANissedal	1,5	26,7	>20	0.96	7.7

Tabell 2. Oversikt over produsent/importør av de ulike gjødseltypene som ble brukt i forsøket.

Gjødseltype	Produsent / Importør	Adresse
Kjøttbeinmel (ledd 3 og 4)	Norsk Protein AS	Smiuhagan 25, 2323 INGERBERG
Bina Grøn/Blå (ledd 5 og 6) (pelletert kyllinggjødsel)	Binadan AS (Danmark)	Norsk forhandler: Jan Vidar Haug, 3330 Skotselv
Marihøne (ledd 7 og 8) (pelletert hønsegjødsel)	Norsk Naturgjødsel	Rindavegen 180, 4354 Voll
Grønn gjødsel (ledd 9 og 10) (pelletert hønsegjødsel)	Grønn gjødsel AS	Gjerberg, 1890 Rakkestad
Blautgjødsel, storfe (ledd 11)	Lokal hudsyrprodusent (Kristen Udjus)	Grimstad
Blautgjødsel, gris (ledd 12)	Lokal hudsyrprodusent (Nils Terkelsen)	Grimstad
Flytende org. gjødsel (ledd 13)	Vadheim Groplex import AS	Johan Berentsens vei 65, 5160 Laksevåg
Biorest, IATA Nissedal (ledd 14)	Indre Agder og Telemark Avfallsselskap	Langmoen, 3855 Treungen



Figur 1. Kornfordelingsanalyse av de ulike gjødslertypene i pulver og pelletsform (ledd 3-10).



Bilde 1. Utseende til kjøttbeinmel, enten i a) gryn/pulverform (ledd 3) eller b) pelletert form (ledd 4), samt til c) Bina-Grønn11-1-3 (ledd 5) og d) Bina-Blå6-1-12 (ledd 6). Foto: Anne A. Steensohn



Bilde 2. Utseende til a) Marihøne Pluss 8-4-5 (ledd 7), b) Marihøne 5-2-2 (ledd 8), c) Grønn gjødsel med kjøttbeinmel (ledd 9) og d) Grønn gjødsel (øko) (ledd 10). Foto: Anne A. Steensohn

2.2 Gjennomføring av screeningforsøket

2.2.1 Jord, såing og oppal

Jorda som ble benyttet i forsøket var sandjord fra Landvik. Etter silding (maskevidde 4 mm) og homogen blanding ble jorda fylt i plastpoter (12 cm i diameter) til 1 cm under kanten. Kjemisk analyse av forsøksjorda er vist i tabell 3. Deretter ble det sådd fem frø med 'Fure' engsvingel i hver potte. Sådato var 22. april 2010.

Forsøkspottene (229 totalt) ble plassert i plasthus under naturlige lysforhold og 16-20 °C for spiring og videre oppal. Pottene ble vannet forsiktig etter behov (ingen utvasking) enten hver eller annenhver dag fram til start av forsøket.

Tabell 3. Analyse av pH, glødetap og næringsinnhold i jorda som ble brukt i pottforsøket.

Jordtype	Dybde Cm	pH	Gløde- tap % av ts	NH ⁴⁺ -N Kg/daa	NO ₃ -N Kg/daa	Total min-N Kg/daa	P mg/100g	K mg/100g	Ca mg/100g
Mellomsand, Landvik	0-20	6.3	2.9	0,3	0,2	0,5	28	3	90

2.2.2 N-gjødsling og vanningsregimer (forsøksplan)

Den 27. mai, da engsvingelplantene hadde fått 2-3 vegetative skudd, ble det til hver potte tilført 4 kg total-N/daa av de ulike organiske gjødseltypene (ledd 2-13) iht. analyseresultatene (tabell 1). Som kontroll ble det brukt mineralgjødsel (Yara Opti-KAS 27-0-0) (ledd 2) og ugjødsla potter (ledd 1). Gjødsla ble fordelt jevnt på jordoverflata og hver potte ble deretter vannet til feltkapasitet.

For å undersøke hvordan ulike fuktighetsforhold påvirket mineraliseringen og N-opptaket hos grasplantene ble det videre i forsøksperioden lagt opp til å vanne pottene iht. to ulike vanningsregimer:

A: Vanning til feltkapasitet.

B: Dobbelt så mye vann som i ledd A (overskuddsvanning).

Pottene ble vannet tre ganger i uka (mandag, onsdag og fredag) i forsøksperioden. Ved hver vanning ble vannmengden som ble tilført hver potte for å oppnå feltkapasitet, dvs. til det begynte å dryppe vann fra pottene (ledd A), bestemt på vektbasis ut fra gjennomsnittlig påfylt vannmengde i minst fem tilfeldige ledd A-potter (veiing både før og ved vannmetning). Gjennomsnittlig vannmengde ble brukt til å vanne alle ledd A-pottene, mens den dobbelte vannmengden, ble brukt til å vanne pottene i ledd B (overskuddsvanning).

På grunn av værforholda og ulikt bladareal hos de voksende grasplantene, og dermed ulik transpirasjon, varierte tilført vannmengde for å oppnå feltkapasitet i ledd A-pottene fra 40 ml (start av forsøket) til 200 ml (siste del av forsøksperioden).



Bilde 3. Potte med engsvingel gjødslet med kjøttbeinmepellets ved start av forsøket 27. mai. Foto: Lars T. Havstad

2.2.3 Registreringer og uttak til analyse

Det var lagt opp til å høste biomasse (tørrstoffavling) av rot og skudd 0, en, tre, seks og ti uker etter start av forsøket. Til sammen ble 229 pottet høstet (14 gjødselledd x 2 vanningsregimer x 4 uttak x 2 paralleller, + 5 parallelle pottet ved start av forsøket). Tørrstoff-bestemmelsen ble utført ved å veie vaska røtter og skudd fra hver potte før og etter nedtørring i varmeskap i to døgn ved 60°C.

Ved hvert av de fem uttakene ble det registrert antall vegetative skudd pr potte, samt utført klorofyllmålinger med Yara-N-tester. Siden klorofyllinnholdet er nært korrelert med nitrogeninnholdet, kan YNT-målingene brukes til å vurdere plantenes N-status. Bak hver YNT-verdi fra hver potte lå det til sammen 30 knepp/noteringer (seks knepp på hver av de fem plantene i hver potte). Målingene ble utført midt på de eldste, mest utvikla bladene hos hver plante.

I denne rapporten er antall skudd og tørrstoffavling av rot og skudd regnet om til areal tilsvarende henholdsvis 1 m² og 1 daa.

I tillegg til skuddtelling og målinger av biomasse og klorofyllinnhold ble det ved uttak tre uker etter forsøksstart tatt ut jordprøver til N-MIN analyse fra hver potte (ca. 100 g). Til samme tid ble det også sendt inn prøver til analyse av totalt N-innhold (Kjeldahl-N) i rot og skudd/blad. Analysene ble utført ved Bioforsk Apelsvoll, Kapp, etter standard metoder.

Middeltemperaturen gjennom hele forsøksperioden var 19,9 °C, med 33,3 °C og 7,2 °C som henholdsvis høyeste og laveste temperatur. Temperaturen ble registrert i plantehøyde på to steder inne i plasthuset.

2.3 Statistiske analyser

Det ble utført variansanalyser for å finne fram til forskjeller i tørrstoffavling av skudd og rot, samt YNT-verdier mellom ulike gjødseltyper og vanningsregimer. Variansanalysene ble utført både separat for hvert av de fire uttakene (etter en, tre, seks og ti uker), og som en felles analyse for alle fire uttak. For N-MIN innholdet i jorda, samt N-konsentrasjonen i blad og røtter (Kjeldahl-N) ble det gjort en tilsvarende variansanalyse for uttak etter 3 uker.

Analysene ble utført ved hjelp av SAS-prosedyren PROC ANOVA (SAS Institute 1990). Signifikansnivået (forkortet sign. i tabeller) er oppgitt som prosent. I denne rapporten er sikre forskjeller mellom behandlinger påvist ved et signifikansnivå på 5 prosent eller lavere. Sikre forskjeller er oppgitt som LSD_{5%} (Least Significant Difference)-verdier, dvs. minste sikre differanse som skiller de ulike behandlingene fra hverandre.



Bilde 4. Engsvingelplantene i veksthuset 18. juni, om lag 3 uker etter start av forsøket. Fota: Lars T. Havstad

3. Resultater og diskusjon

3.1 Skuddutvikling

Ved start av forsøket var det gjennomsnittlig 800 skudd pr m². I middel for ulike vanningsregimer hadde skuddtallet ei uke etter gjødsling med 4 kg N/daa (første uttak) økt raskest i pottes gjødslet med Opti KAS (ledd 2), storfegjødsel (ledd 11), flytende Vadheim-gjødsel (ledd 13) og Biorest (ledd 14), alle med mellom 1450 og 1550 skudd pr m² (tabell 4).

Videre utover i forsøksperioden var skuddantall ved hvert uttak lavest i ugjødsla pottes og høyest i pottes gjødslet med Opti KAS (ledd 2) og Biorest (ledd 14). I middel for ulik vanning og fire uttak var skuddtettheten henholdsvis 70 og 87 prosent høyere i pottes gjødsla med disse to gjødseltypene sammenlignet med ugjødsla pottes (tabell 4). Den høye andelen av lett tilgjengelig ammonium/nitrat i mineralgjødsla og i Biorest-gjødsla er nok den viktigste grunnen til at nitrogenet raskt ble nyttiggjort til utvikling av nye skudd i pottene gjødsla med disse to gjødseltypene.

I middel for ulike gjødseltyper var skuddantallet alltid på nivå eller høyere i pottene som ble mest vannet sammenlignet med pottene som fikk minst vann (ledd B vs. A). Forskjellene var imidlertid små og bare signifikante ved første uttak (tabell 4). I middel for ulike gjødseltyper og fire uttak var denne forskjellen i skuddtetthet 4 % (tabell 4).

Det var ikke sikre samspill mellom de ulike gjødseltypene og vanningsregimene ved noen av uttakene.

Tabell 4. Virkning av ulike gjødseltyper og vanningsregimer på antall vegetative skudd pr m² ved uttak en, tre, seks og ti uker etter gjødsling med 4 kg N/daa.

Ledd. Gjødseltype	Antall vegetative skudd pr m ²				Middel	
	1 uke	3 uker	6 uker	10 uker	4 uttak	(Rel.)
1. Ugjødslet (kontroll)	1200	1317	1433	1517	1367	100
2. Opti KAS 27-0-0 (kontroll)	1550	2300	2733	2700	2321	170
3. Kjøttbeinmel(pulver)	1333	1700	2283	2183	1875	137
4. Kjøttbeinmel (pelletert)	1100	1650	1517	1917	1546	113
5. Bina-Grønn 11-1-3	1267	1567	1667	1900	1600	117
6. Bina-Blå 6-1-12	1067	1583	1817	2000	1617	118
7. Marihøne-pluss 8-4-5	1383	1850	1967	1750	1738	127
8. Marihøne 5-2-2	1233	1783	1550	1883	1612	118
9. Grønn gjødsel (m/KBM)	1150	1617	1867	1700	1583	116
10. Grønn gjødsel (øko)	1217	1450	1750	1917	1583	116
11. Blautgjødsel, storfe	1550	1767	2383	2367	2017	148
12. Blautgjødsel, gris	1333	1967	1883	2250	1858	136
13. Flytende gjødsel (Vadh.)	1533	1667	2117	2050	1842	135
14. Biorest, IATA Nissedal	1450	2900	3033	2867	2563	187
Middel	1312	1794	2000	2072	1794	
P%	3.0	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	
LSD, 5%	285	324	300	266	285	
A. Vanning (1X)	1262	1793	1936	2043	1758	100
B. Vanning (2X)	1362	1795	2064	2100	1830	104
P%	<0.01	>20	>20	>20	>20	

3.2 Tørrstoffproduksjon i skudd og rot

Ved start av forsøket var gjennomsnittlig tørrvekt av under- og overjordisk biomasse henholdsvis 13 og 7 kg/daa. I middel av ulike vanningsregimer var det ved første uttak ingen av gjødseltypene som produserte mer rotmasse enn ugjødsla kontroll-potter (tabell 6). Tørrvekta av overjordisk biomasse var derimot høyest i potter gjødslet med Opti KAS (ledd 2), storfegjødsel (ledd 11) og Biorest (ledd 14), alle med TS-avlinger mellom 40 og 46 kg/daa (tabell 5).

I siste halvdel av forsøksperioden var TS-avling av både over- og underjordisk biomasse størst i pottene gjødslet med Biorest (tabell 5 og 6).

Tabell 5. Virkning av ulike gjødseltyper og vanningsregimer på TS-produksjon (kg/daa) av overjordisk biomasse (skudd) ved uttak en, tre, seks og ti uker etter gjødsling med 4 kg N/daa.

Ledd. Gjødseltype	Tørrstoffavling, skudd/blader (kg TS/daa)				Middel	
	1 uke	3 uker	6 uker	10 uker	4 uttak	(Rel.)
1. Ugjødslet (kontroll)	34	51	97	125	77	100
2. Opti KAS 27-0-0 (kontroll)	46	151	238	315	187	244
3. Kjøttbeinmel(pulver)	33	103	172	220	132	172
4. Kjøttbeinmel (pelletert)	29	100	126	213	117	152
5. Bina-Grønn 11-1-3	29	89	133	204	114	148
6. Bina-Blå 6-1-12	33	89	124	200	111	145
7. Marihøne-pluss 8-4-5	36	98	152	203	122	159
8. Marihøne 5-2-2	32	118	121	200	118	153
9. Grønn gjødsel (m/KBM)	34	104	132	197	117	152
10. Grønn gjødsel (øko)	33	77	142	218	118	153
11. Blautgjødsel, storfe	45	126	192	335	175	227
12. Blautgjødsel, gris	38	126	148	196	127	165
13. Flytende gjødsel (Vadh.)	34	91	176	244	136	177
14. Biorest, IATA Nissedal	40	206	362	360	242	315
Middel	35	109	165	231	135	
P%	<1	<0,01	<0,01	2	<0,001	
LSD, 5%	7	25	45	104	27	
A. Vanning (1X)	34	105	149	220	127	100
B. Vanning (2X)	37	114	182	241	143	113
P%	4	15	5	>20	5	



Bilde 4. Tørrstoffproduksjonen hos engsvingelplantene, både i røtter og skudd, var størst i pottene gjødslet med Biorest (t.h) 6 uker etter gjødsling. Til venstre engsvingelplanter i ugjødsla pottes høsta til samme tid. Fota: Anne A. Steensohn.

Tabell 6. Virkning av ulike gjødseltyper og vanningsregimer på TS-produksjon (kg/daa) av underjordisk biomasse (røtter) ved uttak en, tre, seks og ti uker etter gjødsling med 4 kg N/daa.

Ledd. Gjødseltype	Tørrstoffavling, røtter (kg TS/daa)				Middel	
	1 uke	3 uker	6 uker	10 uker	4 uttak	(Rel.)
1. Ugjødslet (kontroll)	26	54	147	207	108	100
2. Opti KAS 27-0-0 (kontroll)	19	114	253	467	213	197
3. Kjøttbeinmel (pulver)	21	95	269	274	165	152
4. Kjøttbeinmel (pelletert)	22	78	187	300	147	135
5. Bina-Grønn 11-1-3	21	74	189	255	135	124
6. Bina-Blå 6-1-12	22	84	165	268	135	124
7. Marihøne-pluss 8-4-5	17	79	197	283	144	133
8. Marihøne 5-2-2	20	91	136	327	144	132
9. Grønn gjødsel (m/KBM)	26	84	167	418	174	160
10. Grønn gjødsel (øko)	23	88	201	395	177	163
11. Blautgjødsel, storfe	24	86	242	464	204	188
12. Blautgjødsel, gris	19	81	195	507	201	185
13. Flytende gjødsel (Vadh.)	18	70	189	342	155	143
14. Biorest, IATA Nissedal	15	96	273	512	224	206
Middel	21	84	201	359	166	
P%	4	6	1	10	2	
LSD, 5%	6	-	70	-	57	
A. Vanning (1X)	22	84	194	322	155	100
B. Vanning (2X)	20	84	207	395	177	114
P%	>20	>20	>20	10.0	20	

I middel for ulike gjødseltyper var under- og overjordisk TS-biomasse enten på høyde eller høyere hos pottes som var overskuddsvannet sammenlignet med pottes som var vannet til feltkapasitet (ledd B vs. A). Sikre utslag ble imidlertid kun notert for overjordisk materiale ved uttak en og seks uker etter gjødsling (tabell 6). I middel for ulike gjødseltyper og alle uttak var biomassen av over - og underjordisk materiale henholdsvis 13 og 14 % høyere i pottes som var overskuddsvannet (ledd B) enn de som var vannet til feltkapasitet (ledd A). Normalt skulle forholda for mineralisering være optimalt ved feltkapasitet, men muligens har tre vanninger pr uke vært i minste laget slik at det har blitt opptørking i de relativt små pottene som ble brukt. Bedre fuktighet, og dermed bedre forhold for nedbrytning / mineralisering av organisk nitrogen, kan dermed være medvirkende årsak til at TS-produksjonen var større i pottes som ble overskuddsvannet (ledd B) enn i pottene som ble tilført mindre vann (ledd A).

Det var ingen sikre samspill mellom gjødseltype og vanningsregime med tanke på TS-produksjon av verken over- eller underjordisk materiale.

3.4 Klorofyllmålinger

For alle gjødseltyper var klorofyllinnholdet høyest ved første uttak (1 uke etter gjødsling) og lavest ved siste uttak (10 uker etter gjødsling). I middel for ulike vanninger og gjødseltyper ble YNT-verdiene fra første til siste uttak halvert i denne perioden (tabell 7). Denne nedgangen skyldtes at nitrogeninnholdet i plantene ble naturlig fortynnet når skudd og bladareal økte med økende plantealder.

Tabell 7. Virkning av ulike gjødseltyper og vanningsregimer på Yara N-tester målinger ved uttak en, tre, seks og ti uker etter gjødsling med 4 kg N/daa.

Ledd. Gjødseltype	Klorofyllmåling (YNT-verdier)					Middel (Rel.)
	1 uke	3 uker	6 uker	10 uker	4 uttak	
1. Ugjødslet (kontroll)	137	120	92	94	111	100
2. Opti KAS 27-0-0 (kontroll)	285	214	119	128	186	168
3. Kjøttbeinmel(pulver)	238	117	106	95	139	125
4. Kjøttbeinmel (pelletert)	203	130	115	107	139	125
5. Bina-Grønn 11-1-3	157	142	143	119	141	127
6. Bina-Blå 6-1-12	223	138	111	111	146	132
7. Marihøne-pluss 8-4-5	257	141	141	92	157	141
8. Marihøne 5-2-2	233	144	141	103	155	140
9. Grønn gjødsel (m/KBM)	200	141	115	125	145	131
10. Grønn gjødsel (øko)	171	145	135	141	148	133
11. Blautgjødsel, storfe	249	211	118	141	180	162
12. Blautgjødsel, gris	297	183	111	106	174	157
13. Flytende gjødsel (Vadh.)	189	193	122	109	153	138
14. Biorest, IATA Nissedal	262	209	135	102	177	159
Middel	222	159	122	112	154	
P%	0,1	<0,01	>20	19	0.01	
LSD, 5%	58	39	-	-	21	
A. Vanning (1X)	216	163	117	102	148	100
B. Vanning (2X)	226	155	126	122	156	105
P%	>20	>20	3	8	>20	

Ved hvert uttak var YNT-verdiene lavest på ugjødsle ruter, mens de høyeste YNT-verdiene ble notert i pottes gjødsle med storfe-gjødsel (ledd 11) etter 1 uke, Opti KAS (ledd 2) etter 3 uker, Bina-Grønn 11-1-3 (ledd 5) etter 6 uker og storfe- (ledd 11) og grønn Øko-gjødsel (ledd 10) etter 10 uker (tabell 7).

I middel for ulike gjødseltyper førte vanning med største vannmengde (ledd B) til signifikant høyere YNT-verdier etter 6 uker sammenlignet med pottet vannet med minste vannmengde (ledd A). Ved de andre uttakene var det ikke sikre utslag. I middel for ulike gjødseltyper og alle fire uttak var YNT-verdiene 5 % høyere i pottet med mye enn med lite vanning (ledd B vs. A) (tabell 5). Det ble ikke notert sikre samspillseffekter.

3.5 Status for N-opptak og N-mineralisering tre uker etter gjødsling

3.5.1 N-konsentrasjon i skudd og røtter

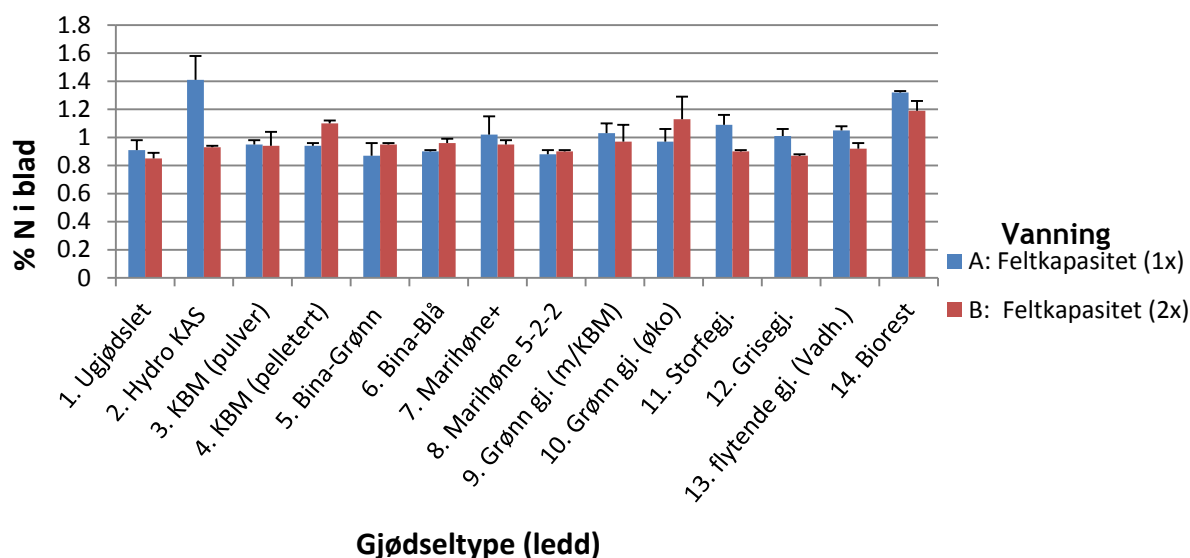
Analysen tre uker etter gjødsling viste at N-konsentrasjonen både i over- og underjordisk biomasse var høyest hos planter gjødslet med Hydro-KAS (ledd 2) og Biorest (ledd 14) (tabell 8). Dette er i samsvar med YNT-verdiene målt til samme tid, som også var høye hos plantene som var tilført disse to gjødseltypene (tabell 7).

Tabell 8. Hovedeffekter av ulike gjødseltyper og vanningsregimer på nitrogenkonsentrasjonen (% N i TS) og N-opptaket (kg/daa) i skudd og røtter hos 'Fure' engsvingel ved uttak 3 uker etter gjødsling med 4 kg N/daa.

Ledd. Gjødseltype	% nitrogen i TS		Opptak av N (kg/daa)		N-MIN i jorda (kg N/daa)
	Blad/skudd	Røtter	Blad/skudd	Røtter	
1. Ugjødslet (kontroll)	0.88	0.69	0.45	0.38	0.23
2. Opti KAS 27-0-0 (kontroll)	1.17	0.83	1.73	0.85	0.16
3. Kjøttbeinmel(pulver)	0.95	0.70	0.97	0.65	0.58
4. Kjøttbeinmel (pelletert)	1.02	0.70	1.02	0.52	1.60
5. Bina-Grønn 11-1-3	0.91	0.72	0.81	0.53	0.79
6. Bina-Blå 6-1-12	0.93	0.63	0.83	0.52	0.52
7. Marihøne-pluss 8-4-5	0.98	0.76	0.96	0.59	0.44
8. Marihøne 5-2-2	0.89	0.73	1.05	0.66	0.43
9. Grønn gjødsel (m/KBM)	1.00	0.73	1.01	0.60	1.12
10. Grønn gjødsel (øko)	1.05	0.68	0.79	0.57	0.88
11. Blautgjødsel, storfe	0.99	0.82	1.25	0.70	0.42
12. Blautgjødsel, gris	0.94	0.82	1.18	0.66	0.31
13. Flytende gjødsel (Vadh.)	0.98	0.78	0.89	0.54	0.34
14. Biorest, IATA Nissedal	1.26	1.07	2.58	1.02	0.19
	1.00	0.76	1.11	0.63	0.57
P%	2	2	<0.01	<0.01	7
LSD, 5%	0.2	0.2	0.2	0.1	-
A. Vanning (1X)	1.02	0.75	1.10	0.63	0.58
B. Vanning (2X)	0.97	0.77	1.10	0.63	0.56
P%	13	6	>20	>20	>20

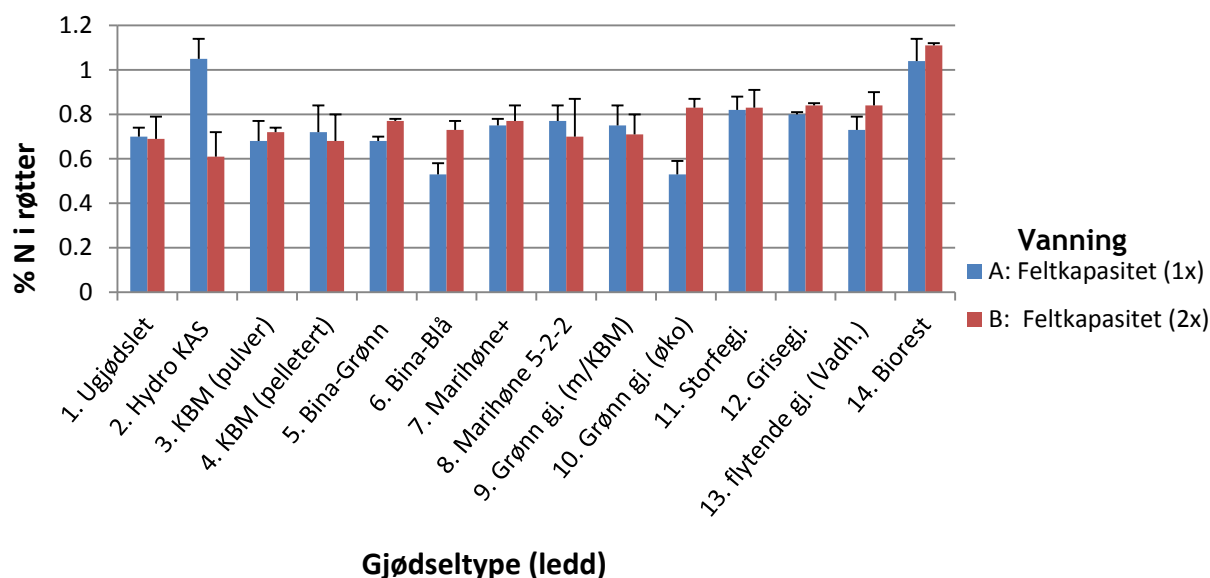
I middel for ulike gjødseltyper hadde ikke vanning noen sikker virkning på N-konsentrasjonen (tabell 8). Det var imidlertid et sikkert samspill mellom gjødseltyper og vanning med tanke på N-konsentrasjonen både i skudd/blad ($P\%=1$) og i røtter ($P\%=2$). Mens lite vanning (ledd A) hadde en positiv virkning på N-konsentrasjonen i skud når det ble

tilført Opti KAS (ledd 2) og flere av de flytende gjødseltypene (ledd 11-14), ble ofte de høyeste N-konsentrasjonene målt i pottene som var vannet med dobbel vannmengde når gjødsla ble tilført i pelletsform (eks. ledd 4, 5, 6 og 10) (figur 1). Dette kan tyde på at større vannmengder førte til mer utvasking i pottene med lett-løslige gjødseltyper (eks. Opti KAS og flytende gjødsel), men ikke i pottene med pellets hvor de fuktigere forholdene virket gunstig på nedbrytning av pellet-struktur og N-frigivning.



Figur 1. Virkning av ulike gjødseltyper og vanningsregimer på nitrogenkonsentrasjonen i skudd/ av engsvingel ved uttak 3 uker etter gjødsling med 4 kg N/daa.

På tilsvarende måte som i skudd/blad var N-konsentrasjonen hos engsvingelrøttene i pottene som var gjødslet med Opti KAS negativt påvirket av økende vanningsmengde (ledd B vs. A), men ikke i pottene gjødsla med de flytende gjødseltypene (figur 2).



Figur 2. Virkning av ulike gjødseltyper og vanningsregimer på nitrogenkonsentrasjonen i røtter av engsvingel ved uttak 3 uker etter gjødsling med 4 kg N/daa.

3.5.2 N-opptak i blad/skudd og røtter

Med et høyt N-innhold (tabell 8) og relativt store TS-avlinger (tabell 5 og 6) var det ikke uventet at det ble tatt opp mest nitrogen både i over- og underjordisk biomasse hos plantene som var gjødslet med Biores (tabell 8). Minst nitrogen ble naturlig nok tatt opp av plantene i ugjødsle potter (tabell 8).

Vanning hadde ingen sikker virkning på N-opptaket eller på samspillet mellom de to faktorene (vanning x gjødseltype).

3.5.3 N-mineralisering

Det var ingen sikre forskjeller i innholdet av mineralisert nitrogen i jorda verken med hensyn til gjødseltype, vanning eller samspillseffekter (tabell 8). I middel for ulik vanning var det imidlertid en tendens ($P=7$) til mer mineralisert nitrogen i jorda når gjødsle var tilført i pelletsform (ledd 4, 5, 9 og 10) enn som mineralgjødsel (ledd 2) eller i flytende form (ledd 13 og 14). Dette indikerer at mye av nitrogenet i pottene med pellets-gjødsel fortsatt ikke var tatt opp av plantene, i motsetning til i pottene gjødslet med lett tilgjengelig ammonium/nitrat i form av f.eks. Opti KAS (ledd 2) og Biores (ledd 14) (tabell 8).

3.6 Valg av gjødseltyper for videre testing i feltforsøk

3.6.1 Priser på organiske gjødselslag

I tabell 9 er det sett litt nærmere på priser (uten MVA og frakt) på mange av de organiske gjødseltypene som var med i forsøket. Rimeligst var kjøttbeinmel-gjødsle som ved henting på produksjonsanlegget hos Norsk Protein (Grøndal, Hamar, Mosvik) kostet 3-5 kr/kg N avhengig av leveringsmåte (tabell 9). Kjøttbeinmel i pelletsform henta på Mosvik var omtrent dobbelt så dyr som i pulverform pr kg N, men fortsatt rimeligere sammenlignet med Opti-KAS-gjødsle (tabell 9).

Tabell 9. Priser (januar 2011) på de organiske gjødseltypene som inngikk i forsøket (uten mva, frakt etc).

	Organiske gjødselslag	% N i gjødsel	pris, kr pr kg	Leveringsmåte	Kr/kg N
2.	Opti KAS 27-0-0 (kontroll)	27	2,63	Storsekk (600 kg)	9,7
3.	Kjøttbeinmel(pulver)	9,23	0,3 / 0,4	Bulk / storsekk (1250 kg)	3,3 / 4,3
4.	Kjøttbeinmel (pelletert)	8,20	0,7	Storsekk (1250 kg)	8,5
5.	Bina-Grønn 11-1-3	11,20	3,73 ¹⁾	Storsekk (600 kg)	33,3
7.	Marihøne-pluss 8-4-5	10,70	2,4	Storsekk (500 kg)	22,4
8.	Marihøne 5-2-2	4,70	2,3	Storsekk (500 kg)	48,9
9.	Grønn gjødsel (m/KBM)	6,30	2,1	Storsekk (600 kg)	33,3
10.	Grønn gjødsel (øko)	5,80	2,1	Storsekk (600 kg)	36,2
13.	Flytende gjødsel (Vadh.)	2,40	11	Konteiner (1000 l)	458,3 ²⁾

¹⁾Pris oppgitt av Felleskjøpet Agri, januar 2011. ²⁾ Importert fra Tyskland (frakt inkludert).

Av de andre typene med pellets-gjødsel (ledd 5-10) varierte prisene fra om lag 22 (Marihøne-pluss 8-4-5) til om lag 49 kr pr kg N (Marihøne 5-2-2) (tabell 9).

Produsenten av Bina-gjødsel var for tida (januar 2011) i ferd med å gjøre forandringer i sortimentet, og priser var enda ikke klare. Hos Felleskjøpet Agri fikk vi imidlertid opplyst at prisen for Bina-Grønn 11-1-3 hos dem var 3,73 kr pr kg (tabell 9).

Av de flytende gjødseltypene var det kun Vadheim-gjødsla som var et kommersielt produkt, men prisen på en konteiner importert fra Tyskland var svært høy (tabell 9). Produksjonen av biorest hos IATA Nissedal var enda ikke kommet så langt at de var begynt å ta betalt for produktet. Prisen på husdyrgjødsla ble ikke vurdert.

3.6.2 Vurdering av de ulike organiske gjødselslaga

Alt i alt kom den ammoniumrike flytende Biorest-gjødsla fra Indre Agder og Telemark Avfallsselskap (ledd 14) best ut både med tanke på raskt N-opptak, skuddutvikling og høye TS-avlinger hos engsvingelplantene. Den raske gjødselvirkningen, som var fullt på høyde eller bedre enn mineralgjødsla (ledd 2), gjør Biorest svært aktuell som gjødsel i økologisk grasfrøavl. En ulempe er at N-konsentrasjon er lav, slik at store volumer må lagres og transporteres. I den praktiske frøavlen er det derfor en fordel at om er plassert i nærheten av biogassanlegget hvor Biorest-gjødsla produseres. Interessen for å etablere biogassanlegg er økende, og på sikt vil forhåpentlig Biorest bli lettere tilgjengelig i de viktige frøavlsområdene på Sørøstlandet (eks. Vestfold).

De andre organiske gjødseltypene (ledd 3 -13) hadde en viss gjødselvirkning sammenlignet med ugjødsla potter (ledd 1), men de var relativt langt unna gjødselvirkningen til mineralgjødsel (ledd 2) og Biorest (ledd 14) med tanke på både skuddproduksjon, N-opptak og tørrstoffavling. Av de resterende gjødseltypene skilte blautgjødsel (ledd 11 og 12) seg positivt ut, og spesielt storfegjødsla (ledd 11) som gav flere skudd og høyere tørrstoffavling enn grisegjødsla (ledd 12). Storfegjødsla vil av den grunn vil bli foretrukket i den framtidige testingen i feltforsøk.

Gjødselvirkningen til den flytende gjødsla fra Vadheim Groplex (ledd 13) var i mange tilfeller på høyde med blautgjødsla (ledd 11-12), og som oftest bedre enn gjødseltypene tilført i pelletsform (ledd 4-10), når det gjaldt skuddproduksjon og TS-avling av skudd (tabell 4 og 5). Prismessig blir gjødsla imidlertid for dyr og vil av den grunn ikke bli tatt med i den praktiske testingen i feltforsøk.

Av de organiske gjødseltypene i fast form (ledd 3-10) var skuddproduksjon og TS-avlingene høyest i potter gjødslet med kjøttbeinmelpulver (ledd 3) hvor kornstørrelsen var liten (figur 1). I middel for ulik vaning og alle fire uttak var tørrstoffavlingen på ruter gjødslet med kjøttbeinmel om lag 12 prosent høyere når gjødsla var tilført i pulver-form (ledd 3) enn i pelletsform (ledd 4) (tabell 6), noe som kan skyldes at mineraliseringen gikk seinere med økende kornstørrelse. Det var imidlertid ingen forskjeller i klorofyllmålinger (tabell 7) eller N-opptak (tabell 8) mellom de to gjødseltypene.

På grunn av den løse kornstrukturen er det vanskelig å få til jevn spredning av kjøttbeinmelpulveret med vanlig spredeutstyr (eks. sentrifugalspredere) som brukes i den praktiske frøavlen. Ujevn spredning øker faren for legde og gjennomgroing av bunngras, og dermed reduserte frøavlinger. Av den grunn ble det valgt å gå videre med kjøttbeinmeltypen i pelletert form (ledd 4) og ikke i pulverform (ledd 3), i de praktiske feltforsøka. Siden pelletsstruktur (figur 1) og virkning på tørrstoffavling (tabell 5) hos de ulike gjødseltypene som inneholdt kjøttbeinmel (ledd 4, 7 og 9) var ganske lik ble det valgt å utelate andre kjøttbeinmel-baserte gjødseltyper enn ledd 4.

Også mellom de ulike høne/kylling-gjødseltypene (ledd 5, 6,8 og 10) var kornstørrelse (figur 1) og høsta tørrstoffavling ganske lik. Til slutt ble gjødseltypene Bina-Grønn 11-1-3 (ledd 5) og den økologiske hønsegjødsel fra 'Grønn gjødsel' (ledd 10) valgt ut. Begge er forholdsvis lette å få tak i for øko-frøavlere på Sørøstlandet.

4. Konklusjon / oppsummering

I perioden mai - august 2010 ble det utført et potteforsøk i veksthus under naturlige lysforhold på Bioforsk Landvik, Grimstad, hvor tolv ulike organiske gjødseltyper ble sammenlignet med mineralgjødsel (Opti KAS 27-0-0) og et ugjødsel kontrollledd. Gjødsel (4 kg N/daa) ble tilført når engsvingelplantene hadde 2-3 vegetative skudd og virkningen på skuddutvikling, tørrstoffproduksjon og N-opptak ble registrert en, tre, seks og ti uker etter gjødsling. Pottene ble vannet tre ganger i uken enten til feltkapasitet (ledd A) eller med dobbelt så mye vann som til feltkapasitet (overskuddsvanning) gjennom hele forsøksperioden.

De organiske gjødseltypene som ble prøvd ut var enten i fast form (gjødsel med pulver eller pellets-struktur basert på kjøttbeinmel eller hønse/kyllinggjødsel i fra Norsk Protein AS, Norsk Naturgjødsel AS, Grønn gjødsel AS og Binadan AS) eller i flytende form (Biorest fra Indre Agder og Telemark Avfallsselskap, flytende organisk gjødsel fra Vadheim Groplex og blautgjødsel av gris og storfe).

Alt i alt kom den ammoniumrike flytende Biorest-gjødsel fra Indre Agder og Telemark Avfallsselskap best ut både med tanke på raskt N-opptak, skuddutvikling og høye tørrstoffavlinger hos engsvingelplantene. Den raske gjødselvirkningen, som var fullt på høyde med eller bedre enn virkningen av mineralgjødsel, gjør Biorest svært aktuell som gjødsel i økologisk grasfrøavl.

Potter gjødslet med de andre organiske gjødseltypene kom i en mellomstilling mellom ugjødsel potter og potter gjødsel med mineralgjødsel og Biorest med tanke på både skuddproduksjon, N-opptak og tørrstoffavling. Av de resterende gjødseltypene skilte blautgjødsel seg positivt ut, spesielt storfegjødsel som gav flere skudd og høyere tørrstoffavling enn svingegjødsel.

I tillegg til Biorest og storfegjødsel ble kjøttbeinmel (pelletsform), Bina-Grønn 11-1-3 og ei økologisk hønsegjødsel fra 'Grønn gjødsel AS valgt ut til å være med i feltforsøk med gjødsling til økologisk frøeng av timotei og engsvingel.

Overskuddsvanning hadde en positiv virkning på skuddutvikling og TS-produksjon. I middel for ulike gjødseltyper var biomassen av over - og underjordisk materiale henholdsvis 13 og 14 % høyere i potter som var overskuddsvannet enn i potter som var vannet til feltkapasitet. Den positive virkningen av overskuddsvanning kan ha sammenheng med at økt fuktighet gav gunstigere forhold for nedbrytning / mineralisering av organisk N sammenlignet med pottene som fikk tilført mindre vann.

5. Etterord

Takk til Trygve S. Aamlid, Bioforsk Øst Landvik, for hjelp med planleggingen av forsøket og nyttige kommentarer etter gjennomlesing av manuskriptet.

6. Litteratur:

Havstad, L. & T., Aamlid. 2006. Split nitrogen application strategies in seed production of two contrasting cultivars of timothy (*Phleum pratense* L.). Acta Agriculturae Scandinavica. Section B, Soil and Plant Science. 56: 241-/254.

Havstad, L.T. 2010. Spørreundersøkelse i økologisk frøavl. Norsk frøavlsnytt 15(3): 7+12.

Heide, O.M. (1994). Control of flowering and reproduction in temperate grasses. New Phytologist , 128, 347_362.

SAS Institute. 1990. SAS/STAT User's Guide. Version 6. Fourth edition. 890 s.